

## 明 細 書

### ハウリング検出方法及び装置、並びにこれを備えた音響装置

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、マイクロホンとスピーカを有する音響装置において、スピーカとマイクロホン間の音響結合により発生するハウリングを自動的に検出するハウリング検出装置と、ハウリング検出方法とに関するものである。

#### 背景技術

- [0002] マイクロホンとスピーカを組み合わせた音響装置では、スピーカから再生された音がマイクロホンに回り込むことによりフィードバックループが形成され、ハウリングが発生する場合がある。
- [0003] 従来のハウリングを検出する装置として、入力信号の周波数成分を分析し、レベルがピークを示す帯域をハウリング発生帯域として検出するものが知られている(例えば、特許文献1参照)。図1を用いて従来のハウリング検出装置について説明する。
- [0004] 図1は従来のハウリング検出装置の構成例を示すブロック図である。図1において、1001はマイクロホン等に接続される信号入力端子、1002は信号入力端子に入力された時間信号を複数の周波数帯域に分割する帯域分割処理部、1003は帯域分割処理部で複数の周波数帯域に分割された時間信号の絶対値を算出するレベル算出部、1004は各周波数帯域毎に絶対値のピーク値を算出するピーク値算出部、1005はハウリングが発生しているか否かの判定を行うハウリング判定部、1006はハウリング検出結果を出力する信号出力端子である。
- [0005] 次に、前記従来のハウリング検出装置の動作について説明する。信号入力端子1001に入力された時間信号は、帯域分割処理部1002で複数の周波数帯域に分割される。レベル算出部1003では、各周波数帯域信号の絶対値を算出する。この処理は、時々刻々変化する入力信号の周波数特性の測定に相当する。ピーク値算出部1004では、レベル算出部1003から出力された絶対値のピーク値を算出し、ハウリング判定部1005では、各ピーク値を分析することによりハウリング発生有無の判定を行い、判定結果を信号出力端子1006に出力する。

[0006] 以上のように、前記従来ハウリング検出装置でも、周波数軸上でピークを示すハウリングの特徴に着目することにより、ハウリングの検出を自動的に行うことは可能であった。

特許文献1:特開平8-149593号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、前記従来ハウリング検出装置では、各周波数帯域信号の絶対値のピーク値を参照してハウリングの検出を行っており、ハウリング検出精度が入力信号のレベルに依存するため、例えば電話の着信音やサイレンといった狭帯域成分の強い信号が入力された場合、ハウリングの誤検出を引き起こす可能性があるという課題を有していた。

[0008] 本発明は、前記従来課題を解決するためになされたもので、従来と比較して精度良くハウリングを検出することが可能なハウリング検出装置、これを備えた音響装置、及び、ハウリング検出方法を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0009] 前記従来課題を解決するために、本発明のハウリング検出装置は、時間信号の周波数分析を行う周波数分析部と、前記周波数分析部から出力される信号のレベルを算出するレベル算出部と、前記レベル算出部で算出されたレベルを分析してハウリング発生か否かの判定を行うハウリング検出処理部と、前記レベル算出部で算出されたレベルの時間推移が周期性を有しているか否かの判定を行う周期性信号検出処理部と、前記ハウリング検出処理部と前記周期性信号検出処理部の判定結果に基づき、ハウリング発生か否かの最終判定を行うハウリング判定部とを備えた構成を有するものである。

[0010] 本構成により、本発明のハウリング検出装置は、レベルがピークを示す周波数帯域信号がハウリングか狭帯域成分の強い信号かを判定し選別することでハウリングの誤検出を低減し、従来と比較して精度良くハウリングを検出することが可能となる。

[0011] また、本発明のハウリング検出装置は、前記ハウリング検出処理部は、全周波数帯域に対するレベルの平均値を算出する平均レベル算出部と、前記レベル算出部で

算出されたレベルと前記平均レベル算出部で算出された平均レベルとの倍率差であるレベル比を算出するレベル比算出部と、前記レベル比算出部で算出されたレベル比を分析するレベル比分析部と、前記レベル比分析部の分析結果に基づき、ハウリング発生か否かの判定を行うレベル比判定部とを備えた構成を有するものである。

[0012] 本構成により、本発明のハウリング検出装置は、全周波数帯域に対する平均レベルと各周波数帯域のレベルの倍率差であるレベル比を参照することで、暗騒音が存在する場合にも安定してハウリングを検出することが可能となる。

[0013] また、本発明のハウリング検出装置は、前記周期性信号検出処理部は、前記レベル算出部で算出されたレベルの包絡線を算出する包絡線算出部と、前記包絡線算出部で算出された包絡線が、予め定めた信号状態の何れに該当するか判定を行う信号状態判定部と、前記信号状態判定部の判定結果に基づき、包絡線の時間推移が周期性を有しているか否かの判定を行う周期性判定部とを備えた構成を有するものである。

[0014] 本構成により、本発明のハウリング検出装置は、各周波数帯域のレベルの時間推移が周期性を有するか否かを判定し、ハウリングと狭帯域成分の強い信号を選別することでハウリングの誤検出を低減し、従来と比較して精度良くハウリングを検出することが可能となる。

[0015] また、本発明のハウリング検出装置は、前記信号状態判定部は、前記包絡線算出部で算出された包絡線の時間推移が、信号の立ち上がり或いは信号区間或いは非信号区間のうち、少なくとも1つ以上の何れの信号状態に該当するか判定を行う構成を有するものである。

[0016] 本構成により、本発明のハウリング検出装置は、各周波数帯域のレベルの時間推移の大まかな形状を分析することで、レベルの時間推移が周期性を有するか否かを判定し、ハウリングと狭帯域成分の強い信号を選別することでハウリングの誤検出を低減し、従来と比較して精度良くハウリングを検出することが可能となる。

[0017] また、本発明のハウリング検出装置は、前記周期性判定部は、前記包絡線算出部で算出された包絡線の時間推移の最新の時間周期と過去の時間周期における信号区間長同士或いは非信号区間長同士のうち、少なくとも1つ以上の区間長同士の比

較を行う構成を有するものである。

- [0018] 本構成により、本発明のハウリング検出装置は、各周波数帯域のレベルの時間推移が周期性を有するか否かを判定し、ハウリングと狭帯域成分の強い信号を選別することでハウリングの誤検出を低減し、従来と比較して精度良くハウリングを検出することが可能となる。
- [0019] また、本発明のハウリング検出装置は、前記レベル算出部、前記ハウリング検出処理部、前記周期性信号検出処理部、及び前記ハウリング判定部は、一部の周波数帯域に対してのみ処理を行う構成を有するものである。
- [0020] 本構成により、本発明のハウリング検出装置は、ハウリングの発生が予想される周波数帯域のみに限定して処理を行うことにより、演算量を削減することが可能となる。
- [0021] また、本発明の音響装置は、ハウリング検出装置とハウリング抑圧装置を備えた構成を有するものである。
- [0022] 本構成により、本発明の音響装置は、従来と比較してハウリングを精度良く検出し抑圧することができるので、聴感上耳障りであったものを改善することができるのに加え、ハウリングの発生によって制限されていたアンプの利得を向上することが可能となる。
- [0023] また、本発明のハウリング検出方法は、時間信号の周波数分析を行う周波数分析ステップと、前記周波数分析ステップから出力される信号のレベルを算出するレベル算出ステップ(手順)と、前記レベル算出ステップで算出されたレベルを分析してハウリング発生か否かの判定を行うハウリング検出処理ステップと、前記レベル算出ステップで算出されたレベルの時間推移が周期性を有しているか否かの判定を行う周期性信号検出処理ステップと、前記ハウリング検出処理ステップと前記周期性信号検出処理ステップの判定結果に基づき、ハウリング発生か否かの最終判定を行うハウリング判定ステップとを備えた構成を有するものである。
- [0024] 本構成により、本発明のハウリング検出方法は、レベルがピークを示す周波数帯域信号がハウリングか狭帯域成分の強い信号かを判定し選別することでハウリングの誤検出を低減し、従来と比較して精度良くハウリングを検出することが可能となる。

発明の効果

[0025] 以上説明したように、本発明によれば、ハウリングと狭帯域成分の強い信号を選別することでハウリングの誤検出を低減し、従来と比較して精度良くハウリングを検出することが可能なハウリング検出装置、これを備えた音響装置、及び、ハウリング検出方法を提供することができる。

[0026] 本発明の上記目的および利点は、図面を参照して説明される以下の実施の形態によって、より一層明らかになるであろう。

### 図面の簡単な説明

[0027] [図1]従来のハウリング検出装置の構成を示すブロック図

[図2]本発明の実施の形態1に係るハウリング検出装置の構成を示すブロック図

[図3]本発明の実施の形態1に係る狭帯域信号レベルの時間推移の一例を示す波形図

[図4]本発明の実施の形態1に係る信号状態判定部の信号の立ち上がり検出処理の動作を示すフロー図

[図5]本発明の実施の形態1に係る信号状態判定部の信号区間への移行検出処理の動作を示すフロー図

[図6]本発明の実施の形態1に係る信号状態判定部の信号区間検出処理の動作を示すフロー図

[図7]本発明の実施の形態1に係る信号状態判定部の非信号区間検出処理の動作を示すフロー図

[図8]本発明の実施の形態1に係る周期性判定部の動作を示すフロー図

[図9]本発明の実施の形態2に係る音響装置の構成を示すブロック図

[図10]本発明の実施の形態3に係るハウリング検出方法の構成を示すブロック図

### 符号の説明

[0028] 101…信号入力端子

102…A/Dコンバータ

103…周波数分析部

104…レベル算出部

105…ハウリング検出処理部

106...周期性信号検出処理部  
107...ハウリング判定部  
108...信号出力端子  
109...平均レベル算出部  
110...レベル比算出部  
111...レベル比分析部  
112...レベル比判定部  
113...包絡線算出部  
114...信号状態判定部  
115...周期性判定部  
301...包絡線1階差分演算器  
302...包絡線2階差分演算器  
303...差分値比較器  
304...立ち上がり検出判定器  
305...立ち上がり検出カウンタ更新器  
401...信号状態判定器  
402...フレームカウンタ更新器  
403...差分値比較器  
404...第1のフレームカウンタ比較器  
405...第1の信号区間検出判定器  
406...第2の信号区間検出判定器  
407...基準レベル設定器  
408...フレームカウンタ初期化器  
409...第2のフレームカウンタ比較器  
410...第3の信号区間検出判定器  
501...信号状態判定器  
502...包絡線比較器  
503...フレームカウンタ更新器

504...非信号区間検出判定器  
505...信号区間長設定器  
506...フレームカウンタ比較器  
507...全パラメータ初期化器  
601...信号状態判定器  
602...フレームカウンタ更新器  
603...フレームカウンタ比較器  
604...全パラメータ初期化器  
701...信号状態判定器  
702...非信号区間長設定器  
703...信号・非信号区間長差分演算器  
704...立ち上がり検出カウンタ比較器  
705...信号区間長差分比較器  
706...非信号区間長差分比較器  
707...第1の周期性判定器  
708...第2の周期性判定器  
709...信号・非信号区間長更新器  
801...マイクロホン  
802...マイクアンプ  
803...ハウリング検出装置  
804...ハウリング抑圧装置  
805...パワーアンプ  
806...スピーカ  
901...周波数分析手段  
902...レベル算出手段  
903...ハウリング検出処理手段  
904...周期性信号検出処理手段  
905...ハウリング判定手段

906・・・平均レベル算出手段

907・・・レベル比算出手段

908・・・レベル比分析手段

909・・・レベル比判定手段

910・・・包絡線算出手順

911・・・信号状態判定手順

912・・・周期性判定手順

1001・・・信号入力端子

1002・・・帯域分割処理部

1003・・・レベル算出部

1004・・・ピーク値算出部

1005・・・ハウリング判定部

1006・・・信号出力端子

発明を実施するための最良の形態

[0029] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0030] (実施の形態1)

図2は、本発明の実施の形態1に係るハウリング検出装置のブロック図である。図2において、本実施の形態に係るハウリング検出装置は、図示していないマイクロホン等から信号が入力される信号入力端子101と、信号入力端子101に入力された信号をアナログ信号からデジタル信号へA/D変換するA/Dコンバータ102と、A/Dコンバータ102から出力される時間信号の周波数分析を行う周波数分析部103と、周波数分析部103から出力される信号のレベルを算出するレベル算出部104と、レベル算出部104で算出されたレベルを分析してハウリング発生か否かの判定を行うハウリング検出処理部105と、レベル算出部104で算出されたレベルの時間推移が周期性を有しているか否かの判定を行う周期性信号検出処理部106と、ハウリング検出処理部105と周期性信号検出処理部106の判定結果に基づき、ハウリング発生か否かの最終判定を行うハウリング判定部107と、ハウリング判定部107における判定結果を出力する信号出力端子108とを備えている。



- [0031] また、ハウリング検出処理部105は、レベル算出部104で算出されたレベルの全周波数帯域に対する平均値を算出する平均レベル算出部109と、レベル算出部110で算出されたレベルと平均レベル算出部109で算出された平均レベルとの倍率差であるレベル比を算出するレベル比算出部110と、レベル比算出部110で算出されたレベル比を分析するレベル比分析部111と、レベル比分析部111の分析結果に基づき、ハウリング発生か否かの判定を行うレベル比判定部112とを備えている。
- [0032] また、周期性信号検出処理部106は、レベル算出部104で算出されたレベルの包絡線を算出する包絡線算出部113と、包絡線算出部113で算出された包絡線が、予め定めた信号状態の何れに該当するか判定を行う信号状態判定部114と、信号状態判定部114の判定結果に基づき、包絡線の時間推移が周期性を有しているか否かの判定を行う周期性判定部115とを備えている。
- [0033] 次に、本実施の形態に係るハウリング検出装置の動作について説明する。なお、以下の説明においてハウリング検出は各周波数毎独立且つ並列に処理されるものとする。
- [0034] 図示していないマイクロホン等から信号入力端子101へ入力された時間信号は、A/Dコンバータ102によりアナログ信号からデジタル信号に変換された後、周波数分析部103に入力され、複数の周波数信号へ分割される。周波数分析部103で用いられる分割方法としては、高速フーリエ変換等の時間-周波数変換を用いる。レベル算出部104では、周波数分析部103から出力された複数の周波数毎のレベルを算出する。
- [0035] 次に、ハウリング検出処理部105の動作について説明する。平均レベル算出部109では全周波数帯域に対するレベル平均値を算出し、レベル比算出部110では各周波数レベル値と全周波数帯域に対するレベル平均値との倍率差であるレベル比を算出する。レベル比分析部111ではレベル比と予め定めた第1のハウリング検出用閾値との比較を行い、ある周波数におけるレベル比が第1のハウリング検出用閾値を超えた場合、ハウリング検出カウンタをインクリメントする。もしハウリング検出カウンタが予め定めた第2のハウリング検出用閾値を超えた場合、レベル比判定部112でハウリング発生と判定し、判定結果をハウリング判定部107へ出力する。なお、ハウリン

グ検出カウンタをインクリメント中にレベル比分析部111におけるハウリング判定条件を満たさなくなった場合には、ハウリング検出カウンタをリセットさせる。

[0036] 次に、周期性信号検出処理部106の動作について説明する。図3は、狭帯域成分の強い信号の一例として、電話の着信音のある周波数帯域のレベルの時間推移を示した波形図である。ハウリングは発生すると時間と共にレベルが増大していくのに対し、例えば電話の着信音やサイレン等の狭帯域信号は、図3に示すように時間方向に対して概ね矩形波状に且つ周期的にレベルが推移していく。周期性信号検出処理部106では、このような狭帯域信号の検出を行う。ここで図3に示すように、時間方向に対する信号の立ち上がり立ち上りの間隔をレベル時間推移の周期 $T$ とし、信号区間を $t_1$ 、非信号区間を $t_2$ とする。以下、図3を参照しながら周期性信号検出処理部106の動作について説明する。

[0037] 包絡線算出部113では、レベル算出部104から出力される現在の処理フレームから過去 $N_a$ フレーム前の処理フレームまでの各周波数レベル値を図示していないバッファに保持しておき、現在の処理フレームから過去 $N_a$ フレーム前までの間の各周波数レベルの最大値を算出することにより、レベル時間推移の包絡線を算出する。信号状態判定部114では、包絡線算出部113で算出された包絡線が、予め定めた次の3段階の信号状態、(Step1)信号の立ち上がり、(Step2)信号区間、(Step3)非信号区間、の何れに該当するか判定を行う。判定対象となる信号状態は、信号状態が検出される毎に順番に且つ交互に遷移していく。このことは、レベル時間推移の大きな形状を分析することに相当する。次に、前記3段階の各信号状態判定処理について説明する。

[0038] (Step1)信号の立ち上がり検出

信号の立ち上がり検出は、次の2段階の検出処理、(1)立ち上がり検出、(2)立ち上がり検出後の信号区間への移行検出、から構成される。

[0039] まず、(1)立ち上がり検出処理の動作について説明する。図4は、(1)立ち上がり検出処理の動作を示すフロー図であり、301は包絡線1階差分演算器、302は包絡線2階差分演算器、303は差分値比較器、304は立ち上がり検出判定器、305は立ち上がり検出カウンタ更新器である。包絡線1階差分演算器301では、現在と $N_b$ フレ

ーム前の包絡線の差分をとることにより包絡線の1階差分値を算出する。包絡線2階差分演算器302では、現在と1フレーム前の1階差分値の差分をとることにより包絡線の2階差分値を算出する。差分値比較器303では、前記1階差分値と予め定めた第1の立ち上がり検出用閾値、及び前記2階差分値と予め定めた第2の立ち上がり検出用閾値の比較をそれぞれ行い、Step1フラグがOffの状態では前記1階差分値が第1の立ち上がり検出用閾値を超え、且つ前記2階差分値が第2の立ち上がり検出用閾値を超えた場合、立ち上がり検出判定器304で信号の立ち上がりと判定し、Step1フラグをOnにすると同時に、立ち上がり検出カウンタ更新器305で立ち上がり検出カウンタをインクリメントする。

[0040] 次に、(2)立ち上がり検出後の信号区間への移行検出処理の動作について説明する。図5は、(2)信号区間への移行検出処理の動作を示すフロー図であり、401は信号状態判定器、402はフレームカウンタ更新器、403は差分値比較器、404は第1のフレームカウンタ比較器、405は第1の信号区間検出判定器、406は第2の信号区間検出判定器、407は基準レベル設定器、408はフレームカウンタ初期化器、409は第2のフレームカウンタ比較器、410は第3の信号区間検出判定器である。(1)立ち上がり検出処理の立ち上がり検出判定器304で信号の立ち上がりと判定された後、図3に示すようにレベルの時間推移が定常状態、すなわち信号区間へ移行するか否かを判定する処理が(2)信号区間への移行検出処理である。

[0041] 信号状態判定器401ではStep1フラグがOnかOffか判定を行う。Step1フラグがOnの場合、フレームカウンタ更新器402でフレームカウンタのインクリメントを開始する。差分値比較器403では、包絡線2階差分演算器302で算出された包絡線の2階差分値と予め定めた信号区間への移行検出用閾値の比較を行い、第1のフレームカウンタ比較器404では、2階差分値が信号区間への移行検出用閾値を下回った時のフレームカウンタが所定の範囲内であるか否かを判定を行う。第1のフレームカウンタ比較器404の判定の結果、もしフレームカウンタが所定の範囲内である場合、包絡線は定常状態、すなわち信号区間へ移行したものと判定し、第1の信号区間検出判定器405でStep1フラグをOffにすると共にStep2フラグをOnにし、基準レベル設定器407で、その時点の包絡線のレベルを、後述する信号区間検出処理で用いる基準レ

ベルとして設定する。また、もしフレームカウンタが所定の範囲外である場合、信号区間へは移行しなかったものと判定し、第2の信号区間検出判定器406でStep1フラグをOffにすると共に立ち上がり検出カウンタをリセットする。また、フレームカウンタ初期化器408でフレームカウンタをリセットする。2階差分値が信号区間への移行検出用閾値を下回らない間にフレームカウンタが所定の範囲外になった場合、信号区間へは移行しなかったものと判定し、第3の信号区間検出判定器410でStep1フラグをOffにし、立ち上がり検出カウンタ及びフレームカウンタをリセットする。

[0042] (Step2)信号区間検出

図6は、信号区間検出処理の動作を示すフロー図であり、501は信号状態判定器、502は包絡線比較器、503はフレームカウンタ更新器、504は非信号区間検出判定器、505は信号区間長設定器、506はフレームカウンタ比較器、507は全パラメータ初期化器である。信号区間検出処理では、包絡線が基準レベル設定器407で設定した基準レベルを中心に所定の範囲内で変動している処理フレーム数をカウントすることにより、信号区間長を算出する。

[0043] 信号状態判定器501ではStep2フラグがOnかOffか判定を行う。Step2フラグがOnの場合、包絡線比較器502で包絡線が基準レベル設定器407で設定した基準レベルを中心とした所定の範囲内であるか比較を行う。包絡線が所定の範囲内である場合はフレームカウンタ更新器503でフレームカウンタをインクリメントし、もし所定の範囲外となった場合は、信号区間が終了し非信号区間へ移行したものと判定し、非信号区間検出判定器504でStep2フラグをOffにすると共にStep3フラグをOnにする。また、信号区間長設定器505で、その時点のフレームカウンタ値を最新の信号区間長として設定し、フレームカウンタをリセットする。フレームカウンタ比較器506ではフレームカウンタと予め定めた所定の閾値との比較を行い、もしフレームカウンタが閾値を超えた場合、非信号区間へは移行しなかったものと判定し、全パラメータ初期化器507でStep2フラグ及びStep3フラグをOffにし、フレームカウンタ及び立ち上がり検出カウンタをリセットし、最新及び過去の信号区間長と非信号区間長をリセットする。

[0044] (Step3)非信号区間検出

図7は、非信号区間検出処理の動作を示すフロー図であり、601は信号状態判定器、602はフレームカウンタ更新器、603はフレームカウンタ比較器、604は全パラメータ初期化器である。非信号区間検出処理では、Step3フラグがOnになっている状態で次に信号の立ち上がり検出されるまでの間の処理フレーム数をカウントする。

[0045] 信号状態判定器601ではStep3フラグがOnかOffか判定を行う。Step3フラグがOnの場合、フレームカウンタ更新器602でフレームカウンタのインクリメントを開始する。フレームカウンタ比較器603ではフレームカウンタと予め定めた所定の閾値との比較を行い、もしフレームカウンタが閾値を超えた場合、全パラメータ初期化器604でStep2フラグ及びStep3フラグをOffにし、フレームカウンタ及び立ち上がり検出カウンタをリセットし、最新及び過去の信号区間長と非信号区間長をリセットする。

[0046] 次に、周期性判定部115の動作について説明する。図8は、周期性判定部の動作を示すフロー図であり、701は信号状態判定器、702は非信号区間長設定器、703は信号・非信号区間長差分演算器、704は立ち上がり検出カウンタ比較器、705は信号区間長差分比較器、706は非信号区間長差分比較器、707は第1の周期性判定器、708は第2の周期性判定器、709は信号・非信号区間長更新器である。周期性判定部115では、信号状態判定部114の処理結果を用いて、レベルの時間推移が周期性を有するか否かを判定する。

[0047] 信号状態判定器701では、Step1フラグ及びStep3フラグがOnであるか判定を行う。Step3フラグがOnの状態でStep1フラグがOnとなった場合、非信号区間長設定器702ではその時点のフレームカウンタ値を最新の非信号区間長として設定し、フレームカウンタをリセットすると共にStep3フラグをOffにする。信号・非信号区間長差分演算器703では、最新の時間周期と1周期前の信号区間長同士及び非信号区間長同士の差分を演算する。立ち上がり検出カウンタ比較器704では立ち上がり検出カウンタと予め定めた立ち上がり検出カウンタ閾値の比較を行い、信号区間長差分比較器705では信号・非信号区間長差分演算器703で算出された信号区間長差分と予め定めた信号区間長差分閾値の比較を行い、非信号区間長差分比較器706では信号・非信号区間長差分演算器703で算出された非信号区間長差分と予め定めた非信号区間長差分閾値の比較を行う。もし立ち上がり検出カウンタが立ち上がり検

出カウンタ閾値を超え、且つ信号区間長差分が信号区間長差分閾値以下で、且つ非信号区間長差分が非信号区間長差分閾値以下である場合、第1の周期性判定器707でレベルの時間推移は周期性を有していると判定し、もしそうでない場合は第2の周期性判定器708でレベルの時間推移は周期性を有していないと判定し、判定結果をハウリング判定部107へ出力する。信号・非信号区間長更新器709では、最新の信号区間長及び非信号区間長を過去の信号区間長及び非信号区間長へ設定することで、過去の信号区間長及び非信号区間長を更新する。

- [0048] ハウリング判定部107では、ハウリング検出処理部105でハウリング発生と判定され、且つ周期性信号検出処理部106でレベルの時間推移が周期性を有すると判定されない場合にハウリング発生と判定する。もしハウリング検出処理部105でハウリング発生と判定された後に、周期性信号検出処理部106でレベルの時間推移が周期性を有すると判定された場合はハウリング誤検出と判断し、ハウリング未発生と判定する。ハウリング判定部107のハウリング判定結果は、信号出力端子108へ出力される。
- [0049] 以上のように、本実施の形態に係るハウリング検出装置は、周波数のレベルが他の周波数のレベルに比べて突出しているか否か判定を行うと共に、各周波数のレベルの時間推移が周期性を有するか否か判定を行い、ハウリングと狭帯域成分の強い信号を選別することでハウリングの誤検出を低減し、従来と比較して精度良くハウリングを検出することが可能となる。
- [0050] また、本実施の形態において、レベル算出部104、ハウリング検出処理部105、周期性信号検出処理部106、ハウリング判定部107の処理を一部の周波数帯域(例えば、ハウリング発生が予想される周波数帯域等)のみに限定して施すようにすれば、演算量を削減することが可能となる。
- [0051] なお、本実施の形態において、ハウリング検出は各周波数毎独立且つ並列に処理されるものとして説明したが、周波数分析部103で変換した周波数信号をある定めたポイント数ずつ加算することで周波数バンド化を行い、各周波数バンド毎独立且つ並列に処理する構成にしてもよい。また、周波数分析部103で入力された時間信号を複数のFIR(Finite Impulse Response)型バンドパスフィルタやIIR(Infinite Impulse Response)型バンドパスフィルタ、または演算量を削減可能なサブバンド信

号処理を用いて複数の周波数帯域の時間信号に分割し、各周波数帯域毎独立且つ並列に処理する構成にしてもよい。

[0052] また、包絡線算出部113は、現在の処理フレームから過去Naフレーム前までの間のレベルの最大値を算出することにより、レベル時間推移の包絡線を算出するものとして説明したが、現在の処理フレームから過去Naフレーム前までの間のレベルの最小値を算出し、レベル時間推移の包絡線とする構成にしてもよい。

[0053] また、信号状態判定部114は、レベル時間推移が信号の立ち上がり、信号区間、非信号区間の3段階の信号状態の何れに該当するか判定するものとして説明したが、信号の立ち上がり、信号区間、非信号区間のうち、少なくとも1つ以上の信号状態を判定する構成にしてもよい。

[0054] また、周期性判定部115は、レベル時間推移の最新の時間周期と過去の時間周期における信号区間長同士及び非信号区間長同士を比較して周期性を判定するものとして説明したが、信号区間長同士或いは非信号区間長同士のうち、どちらか一方の比較により周期性を判定する構成にしてもよい。

[0055] (実施の形態2)

まず、本発明の実施の形態2に係る音響装置の構成について説明する。図9において、本実施の形態に係る音響装置はマイクロホン801と、マイクロホン801に入力される信号を増幅するマイクアンプ802と、マイクアンプ802から出力される信号に対してハウリングの検出処理を行う実施の形態1で説明したハウリング検出装置と同様なハウリング検出装置803と、ハウリング検出装置803のハウリング検出結果に基づいてハウリングの抑圧処理を行うハウリング抑圧装置804と、ハウリング抑圧装置804から出力される信号を増幅するパワーアンプ805と、パワーアンプ805から出力される信号に基づいて音を出力するスピーカ806とを備えている。

[0056] 次に、本実施の形態に係る音響装置の動作について説明する。マイクロホン801へ入力された時間信号は、マイクアンプ802により増幅された後にハウリング検出装置803及びハウリング抑圧装置804へそれぞれ入力される。ハウリング抑圧装置804から出力される信号は、パワーアンプ805により増幅された後にスピーカ806によって出力される。

[0057] スピーカ806から1.0以上のゲインを有する音が再びマイクロホン801へ入力されてハウリングが発生した場合、ハウリング検出装置803ではハウリングの検出を自動的に行い、ハウリング抑圧装置804ではハウリングが検出された周波数又は周波数帯域のゲインを、例えばノッチフィルタ又はバンドカットフィルタ又はパラメトリックイコライザを用いたり、或いは1.0以下の乗数を乗じることで低減することにより、ハウリングの抑圧を行う。もしハウリング検出装置803で一旦ハウリング発生と判定されてハウリング抑圧装置804でハウリング抑圧処理が開始された後に、ハウリング検出装置803でレベル時間推移が周期性を有すると判断された場合、ハウリング抑圧装置804では誤って低減させた該当する周波数又は周波数帯域のゲインを復帰させる。

[0058] 以上のように、本実施の形態に係る音響装置は、従来と比較して精度良くハウリングを検出し抑圧することができるので、聴感上耳障りであったものを改善することができるのに加え、ハウリングの発生によって制限されていたパワーアンプ805の利得を向上することが可能になるという効果を有する。

[0059] (実施の形態3)

本発明の実施の形態3に係るハウリング検出方法を適用したソフトウェアの構成について説明する。図10において、本実施の形態に係るハウリング検出方法を適用したソフトウェアは、時間信号の周波数分析を行う周波数分析手順(ステップ)901と、周波数分析手順901から出力される信号のレベルを算出するレベル算出手順902と、レベル算出手順902で算出されたレベルを分析してハウリング発生か否かの判定を行うハウリング検出処理手順903と、レベル算出手順902で算出されたレベルの時間推移が周期性を有しているか否かの判定を行う周期性信号検出処理手順904と、ハウリング検出処理手順903と周期性信号検出処理手順904の判定結果に基づき、ハウリング発生か否かの最終判定を行うハウリング判定手順905とを備えている。

[0060] また、ハウリング検出処理手順903は、全周波数帯域に対するレベルの平均値を算出する平均レベル算出手順906と、レベル算出手順902で算出されたレベルと平均レベル算出手順906で算出された平均レベルとの倍率差であるレベル比を算出するレベル比算出手順907と、レベル比算出手順907で算出されたレベル比を分析するレベル比分析手順908と、レベル比分析手順908の分析結果に基づき、ハウリ



ング発生か否かの判定を行うレベル比判定手順909とを備えている。

[0061] また、周期性信号検出処理手順904は、レベル算出手順902で算出されたレベルの包絡線を算出する包絡線算出手順910と、包絡線算出手順910で算出された包絡線が、予め定めた信号状態の何れに該当するか判定を行う信号状態判定手順911と、信号状態判定手順911の判定結果に基づき、包絡線の時間推移が周期性を有しているか否かの判定を行う周期性判定手順912とを備えている。

[0062] ここで、本実施の形態に係るハウリング検出方法を適用したソフトウェアの動作は、実施の形態1に係るハウリング検出装置の動作と同様であるので、説明を省略する。

[0063] 以上のように、本実施の形態に係るハウリング検出方法を適用したソフトウェアは、周波数のレベルが他の周波数のレベルに比べて突出しているか否か判定を行うと共に、入力信号の各周波数毎のレベルの時間推移が周期性を有するか否か判定を行い、ハウリングと狭帯域成分の強い信号を選別することでハウリングの誤検出を低減し、従来と比較して精度良くハウリングを検出することが可能となる。

[0064] 本発明は、図面に示す好ましい実施の形態に基づいて説明されてきたが、当業者であれば、本発明の思想を逸脱することなく容易に各種の変更、改変し得ることは明らかである。本発明はそのような変更例も含むものである。

#### 産業上の利用可能性

[0065] 本発明に係るハウリング検出装置及びハウリング検出方法は、ハウリングと狭帯域成分の強い信号を選別することでハウリングの誤検出を低減し、従来と比較して精度良くハウリングを検出するという効果を有し、マイクロホンとスピーカを有する各種音響装置に適用可能である。

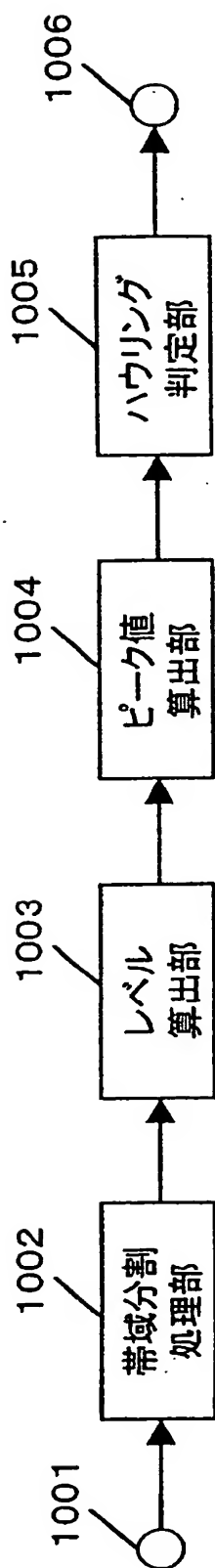
## 請求の範囲

- [1] 時間信号の周波数分析を行う周波数分析部と、前記周波数分析部から出力される信号のレベルを算出するレベル算出部と、前記レベル算出部で算出されたレベルを分析してハウリング発生か否かの判定を行うハウリング検出処理部と、前記レベル算出部で算出されたレベルの時間推移が周期性を有しているか否かの判定を行う周期性信号検出処理部と、前記ハウリング検出処理部と前記周期性信号検出処理部の判定結果に基づき、ハウリング発生か否かの最終判定を行うハウリング判定部とを備えたことを特徴とするハウリング検出装置。
- [2] 前記ハウリング検出処理部は、全周波数帯域に対するレベルの平均値を算出する平均レベル算出部と、前記レベル算出部で算出されたレベルと前記平均レベル算出部で算出された平均レベルとの倍率差であるレベル比を算出するレベル比算出部と、前記レベル比算出部で算出されたレベル比を分析するレベル比分析部と、前記レベル比分析部の分析結果に基づき、ハウリング発生か否かの判定を行うレベル比判定部とを備えたことを特徴とする、請求項1に記載のハウリング検出装置。
- [3] 前記周期性信号検出処理部は、前記レベル算出部で算出されたレベルの包絡線を算出する包絡線算出部と、前記包絡線算出部で算出された包絡線が、予め定めた信号状態の何れに該当するか判定を行う信号状態判定部と、前記信号状態判定部の判定結果に基づき、包絡線の時間推移が周期性を有しているか否かの判定を行う周期性判定部とを備えたことを特徴とする、請求項1に記載のハウリング検出装置。
- [4] 前記信号状態判定部は、前記包絡線算出部で算出された包絡線の時間推移が、信号の立ち上がり或いは信号区間或いは非信号区間のうち、少なくとも1つ以上の何れの信号状態に該当するか判定を行うことを特徴とする、請求項3に記載のハウリング検出装置。
- [5] 前記周期性判定部は、前記包絡線算出部で算出された包絡線の時間推移の最新の時間周期と過去の時間周期における信号区間長同士或いは非信号区間長同士のうち、少なくとも1つ以上の区間長同士の比較を行うことを特徴とする、請求項3に記載のハウリング検出装置。
- [6] 前記レベル算出部、前記ハウリング検出処理部、前記周期性信号検出処理部、及び

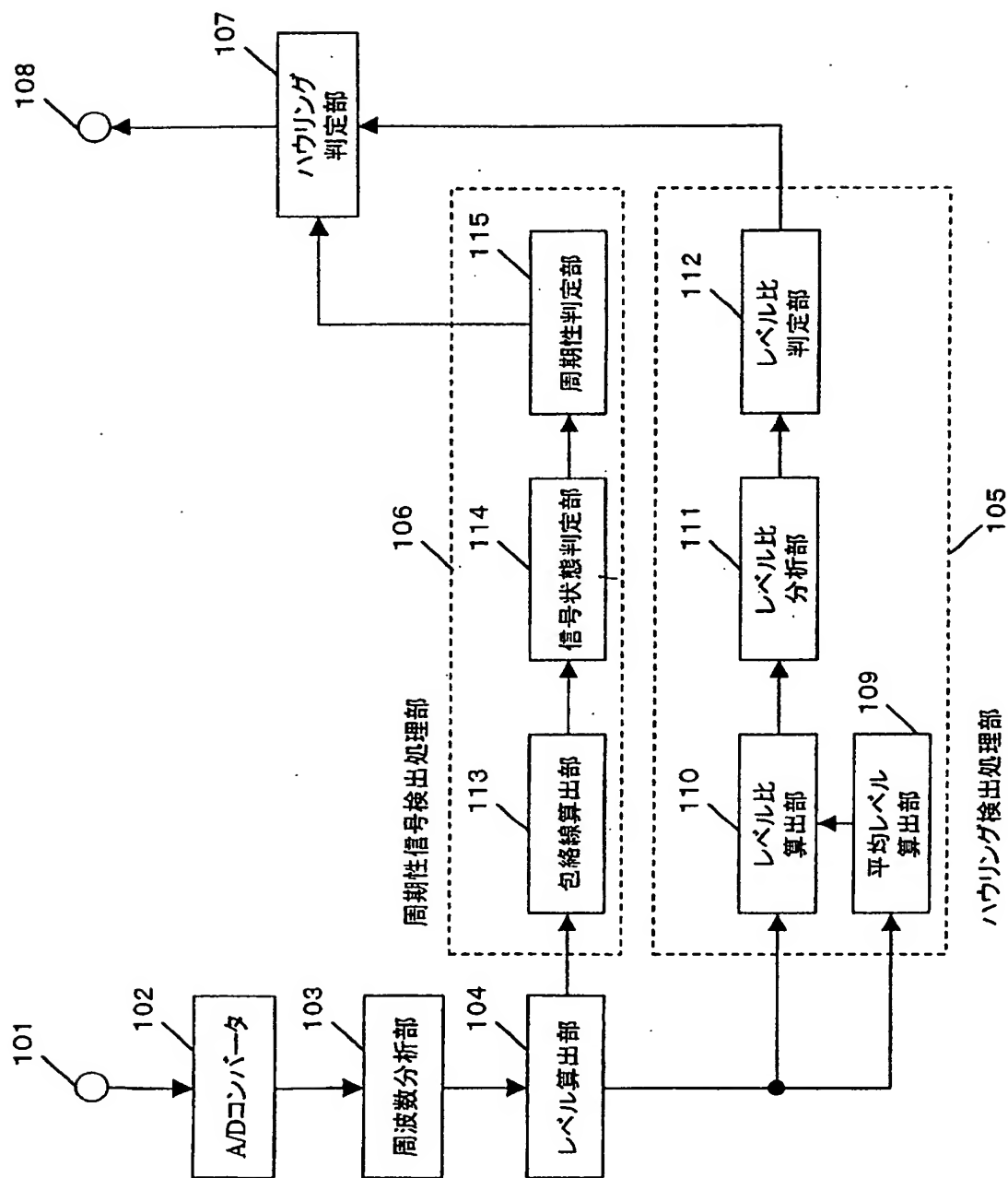
前記ハウリング判定部は、一部の周波数帯域に対してのみ処理を行うことを特徴とする、請求項1に記載のハウリング検出装置。

- [7] 請求項1に記載のハウリング検出装置とハウリング抑圧装置を備えた音響装置。
- [8] 時間信号の周波数分析を行う周波数分析ステップと、前記周波数分析ステップから出力される信号のレベルを算出するレベル算出ステップと、前記レベル算出ステップで算出されたレベルを分析してハウリング発生か否かの判定を行うハウリング検出処理ステップと、前記レベル算出ステップで算出されたレベルの時間推移が周期性を有しているか否かの判定を行う周期性信号検出処理ステップと、前記ハウリング検出処理ステップと前記周期性信号検出処理ステップの判定結果に基づき、ハウリング発生か否かの最終判定を行うハウリング判定ステップとを備えたことを特徴とするハウリング検出方法。

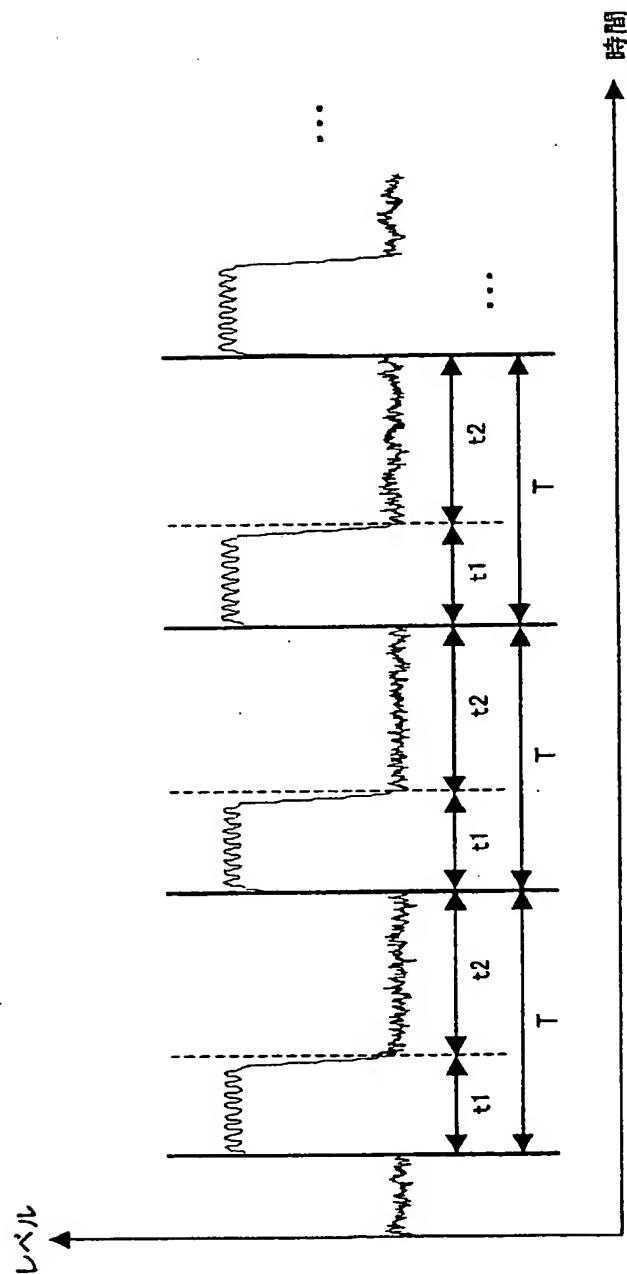
[図1]



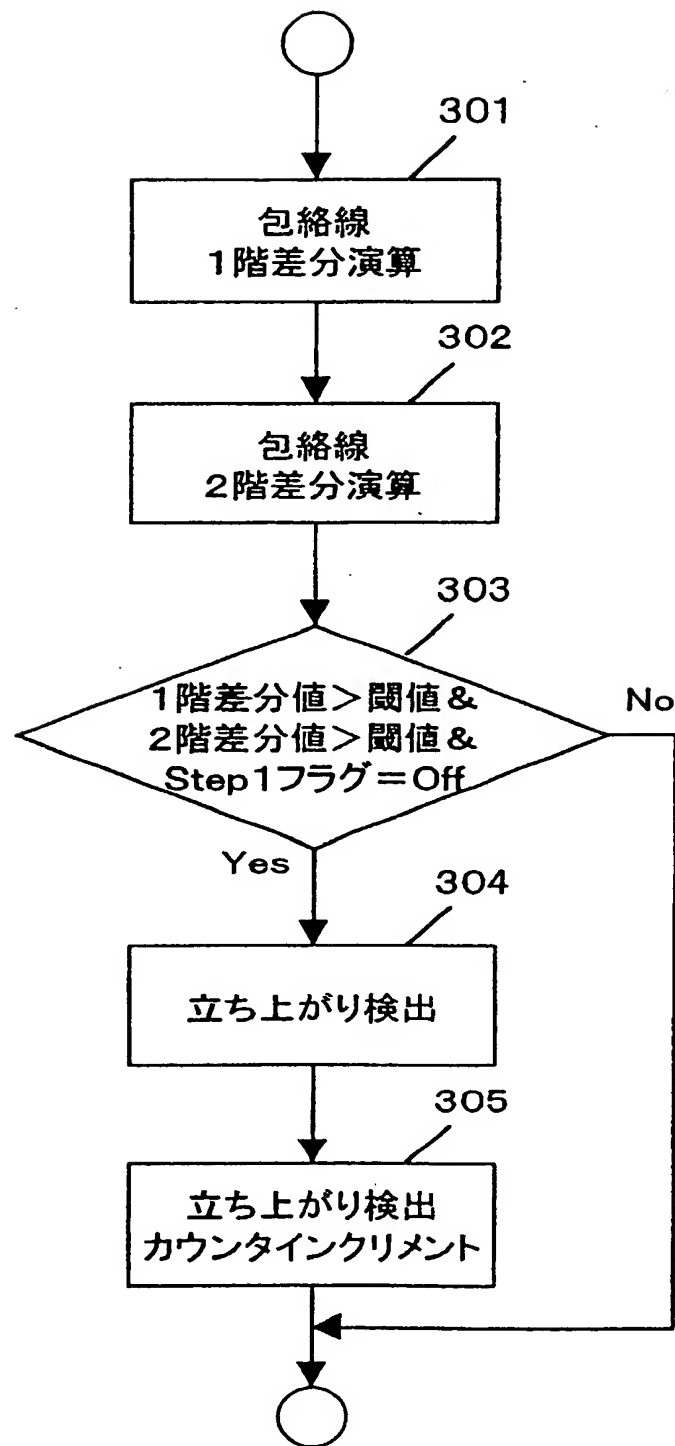
[図2]



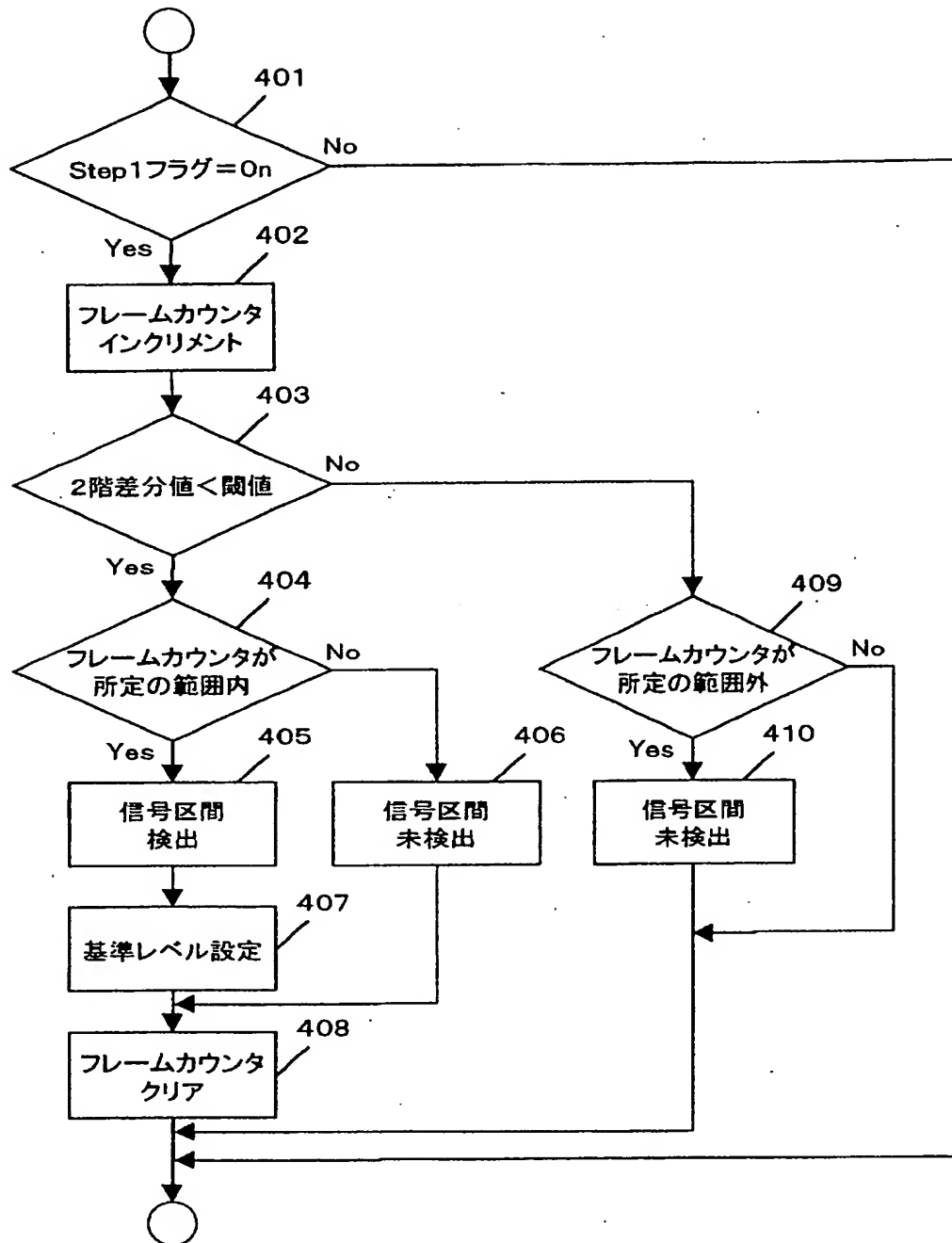
[図3]



[図4]

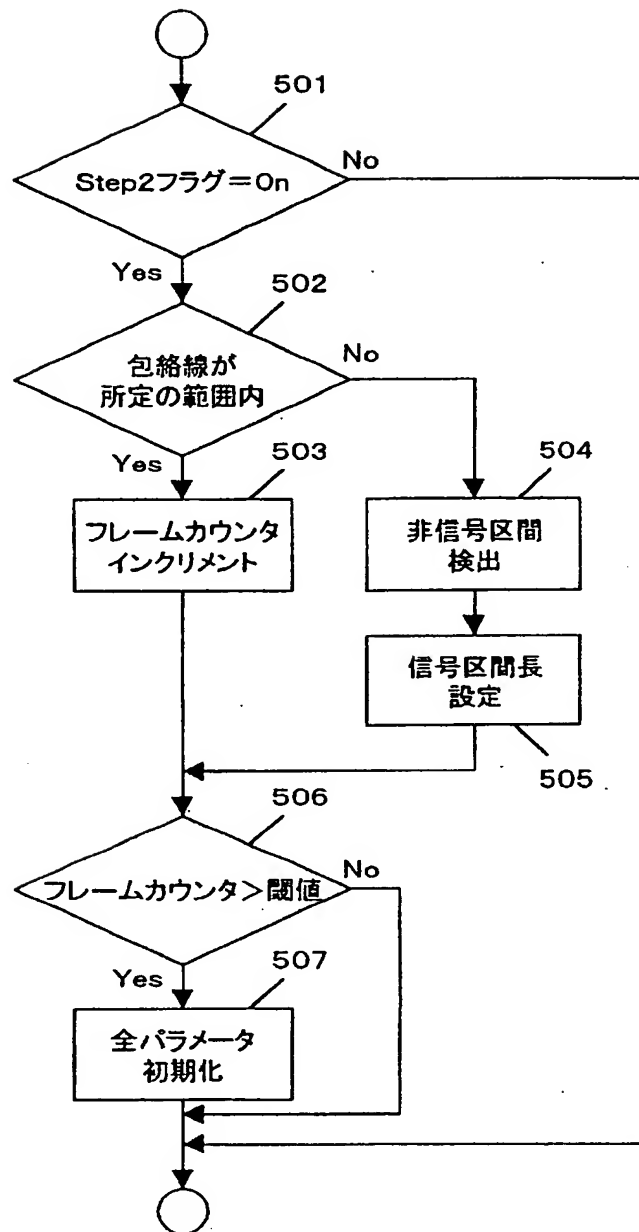


[図5]

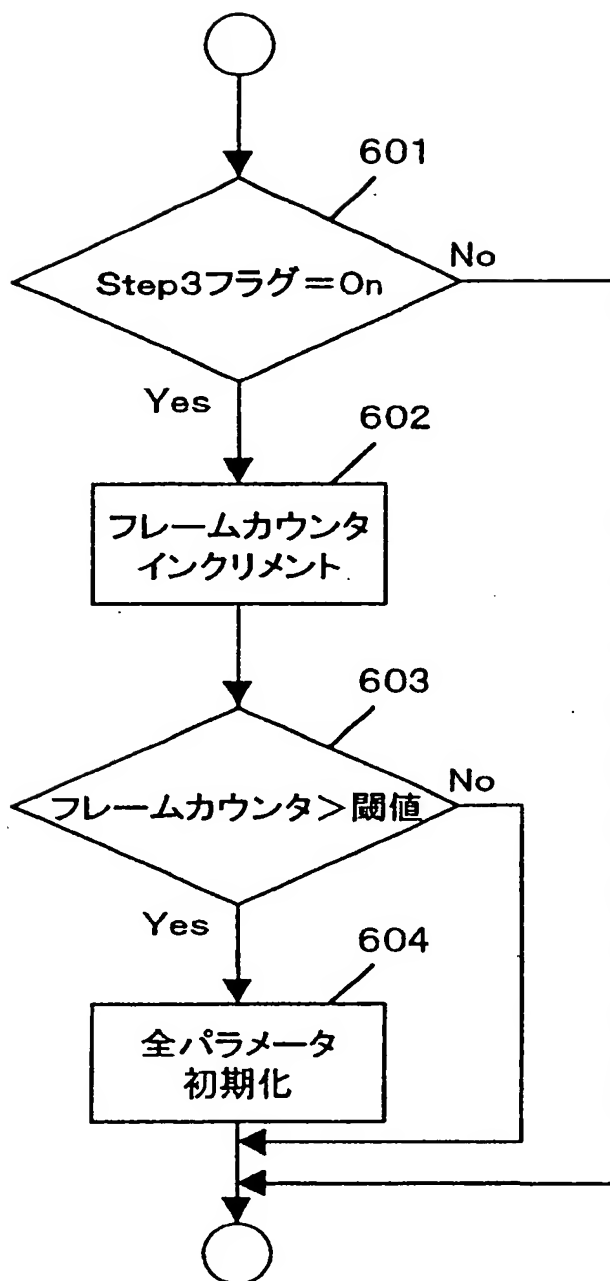




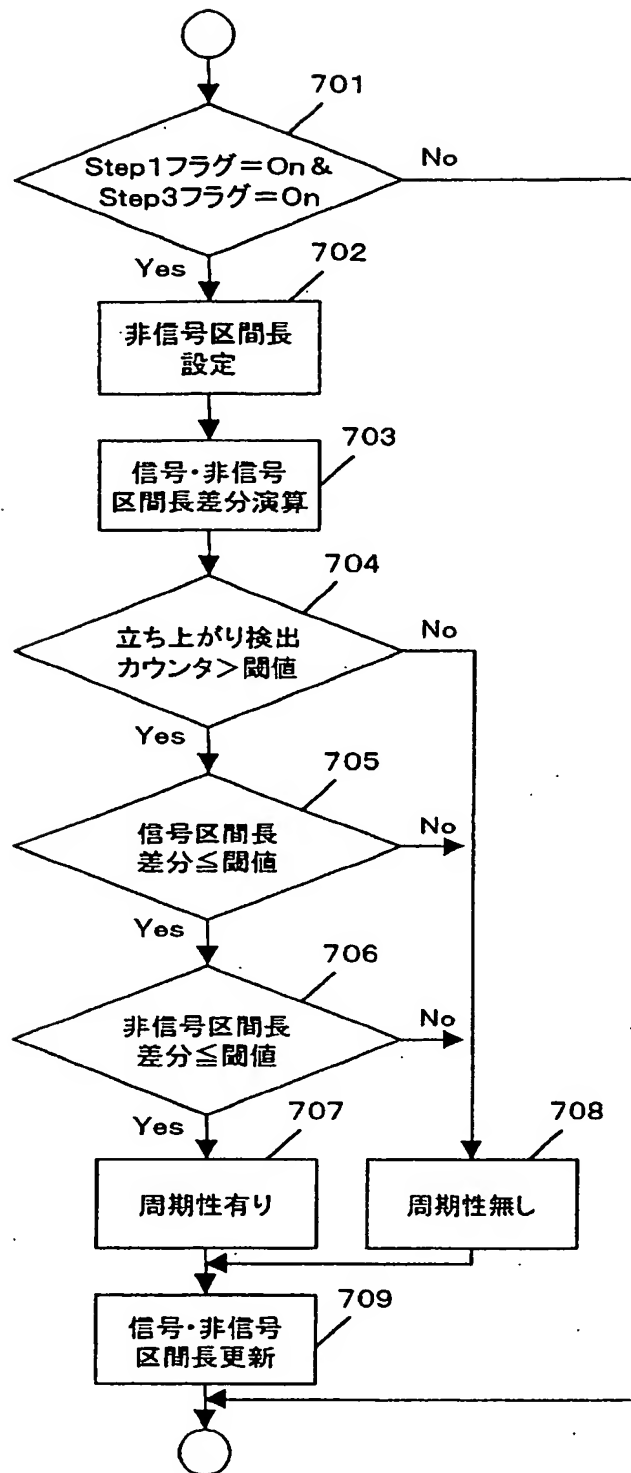
[図6]



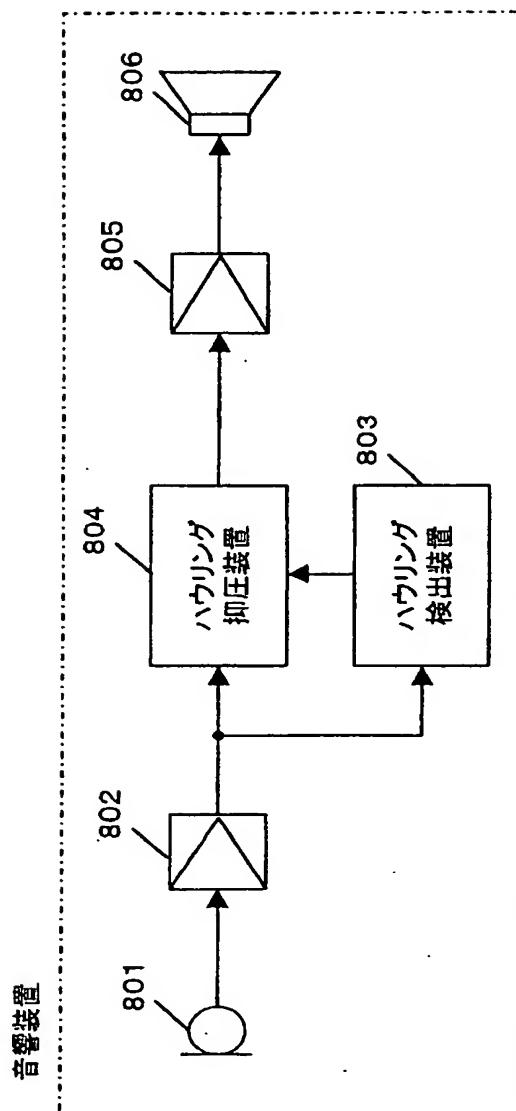
[図7]



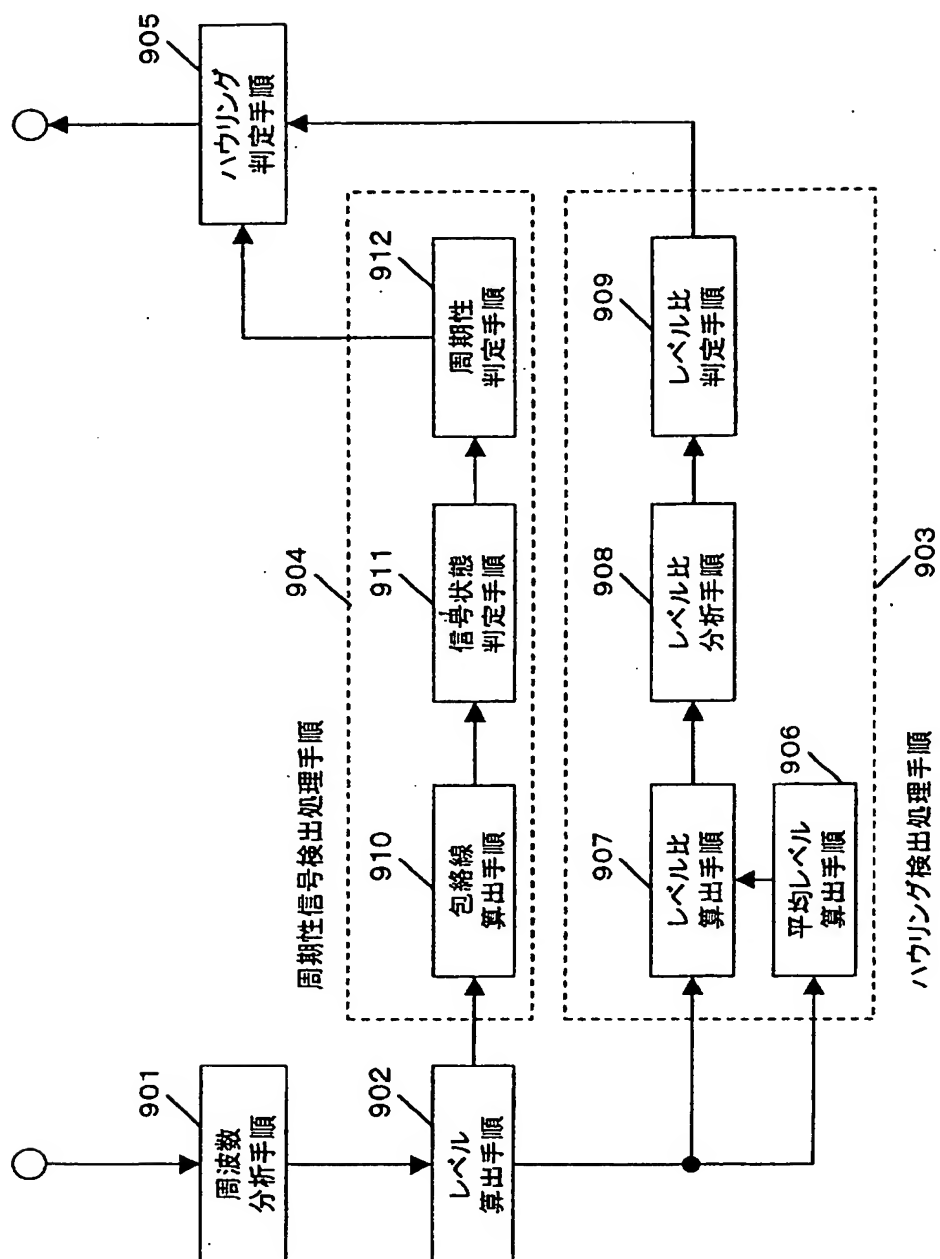
[図8]



[図9]



[図10]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002303

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int. Cl.<sup>7</sup> H04R3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.<sup>7</sup> H04R3/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-032387 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 January, 2004 (29.01.04), All pages; all drawings (Family: none)	1-8
Y	JP 7-58674 A (Toshiba Corp.), 03 March, 1995 (03.03.95), All pages; all drawings (Family: none)	1-8
Y	JP 2003-259480 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 12 September, 2003 (12.09.03), All pages; all drawings (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 May, 2005 (13.05.05)Date of mailing of the international search report  
31 May, 2005 (31.05.05)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002303

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-223684 A (Sony Corp.), 30 August, 1996 (30.08.96), All pages; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 7-147700 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 06 June, 1995 (06.06.95), All pages; all drawings (Family: none)	1-8
P, Y	JP 2004-200883 A (TOA Corp.), 15 July, 2004 (15.07.04), All pages; all drawings (Family: none)	1-8

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H04R3/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H04R3/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-032387 A (松下電器産業株式会社) 2004.01.29, 全頁、全図 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 7-58674 A (株式会社東芝) 1995.03.03, 全頁、全図 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2003-259480 A (松下電器産業株式会社) 2003.09.12, 全頁、全図 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 8-223684 A (ソニー株式会社) 1996.08.30, 全頁、全図 (ファミリーなし)	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.05.2005

国際調査報告の発送日

31.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

志摩 光一郎

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

5Z

8733



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 7-147700 A (日本電信電話株式会社) 1995. 06. 06, 全頁、全図 (ファミリーなし)	1-8
P, Y	JP 2004-200883 A (ティーオーエー株式会社) 2004. 07. 15, 全頁、全図 (ファミリーなし)	1-8